Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM

Page Denied

Next 4 Page(s) In Document Denied

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM

СИЛЬНОТОЧНЫЙ ИНЖЕКТОР ИОНОВ ВОДОРОДА

Р.А.Демирханов, О.А.Порошин, П.Е.Воленсов, Г.П.Ахеидзе.

В докладе приводится описание сильноточного инжектора ионов водорода, работающего в непрерывном режиме. Получен пучок ионов водорода с током 275 миллиампер и относительно высоким значением коэффициента направленности пучка $R = 7$ А.см$^{-2}$. Отбор ионов производится с развитой поверхности проникающей плазмы при отсасывающем напряжении 45 киловольт.

Сильноточные инжекторы ионов представляют интерес в связи с развитием ускорительной техники и возможностями использования ионных и нейтральных пучков в термоядерных установках. Формирование сильноточных длиннофокусных пучков с малой апертурой связано с определенными трудностями, обусловленными главным образом электрическими полями объемного заряда в области отбора ионов и первичной фокусировки пучка. Ограничения, вызванные законом "трех вторых" и дефокусирующее влияние пространственного заряда приводят к необходимости применения в области отбора ионов высоких - порядка сотен кВ электрических потенциалов.

В некоторых случаях представляют самостоятельный интерес инжекторные системы, позволяющие получать сфокусированные ионные токи интенсивностью в сотни миллиампер при относительно низких энергиях ионов ~ 50 кэв. В принципе эту задачу можно решить за счет большой площади эмитирующей плазменной поверхности выгодной конфигурации. Однако этот путь формиро-

50X1-HUM

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM

вания ионных пучков с малым апертурным углом и высоким коэффициентом направленности пучка связан с серьезными препятствиями.

В инжекторе Лэмба и Лодтрена[1], позволяющем получать интенсивные пучки ионов водорода, использованы и достаточно высокое - порядка 100 кв - напряжение и развитая плазменная поверхность отбора, питаемая дуговым источником плазмы через 12 эмиссионных отверстий. Полученный в инжекторе ионный пучок сходился с полным углом при вершине у кроссовера $\sim 10^0$, дуговой ток источника плазмы при этом составлял 60 а.

Описываемый в настоящей работе инжектор ионов водорода, общий вид которого показан на рис. 1, а принципиальная схема на рис. 2, работает в непрерывном режиме при отсасывающем напряжении, не превышающем 20 кв.

В системе использовался плазменный дуговой источник магнитного типа с осциллирующими электронами[2]. Отбор ионов производился с поверхности проникающей сквозь центральное эмиссионное отверстие плазмы с помощью цилиндрической иммерсионной линзы, осуществлявшей одновременно и первичную фокусировку пучка. Пучок далее проводился через ионопровод длиной 130 см, фокусируясь при этом двумя магнитными линзами.

В области проникающей плазмы создавалось независимое неоднородное магнитное поле, позволявшее компенсировать поля рассеяния магнитных линз и влиять на форму плазменной поверхности отбора. Конфигурация этого поля способствует радиальному распространению проникающей плазмы в цилиндре иммерсионной линзы, закрепленном на источнике. Оптимальные условия

50X1-HUM

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

отбора наблюдались при совмещении плазменной поверхности с областью минимума магнитного поля /~60 э/. Введение дополнительной магнитной катушки дало возможность повысить сфокусированные ионные токи на 15 - 20 %. Форма ионного пучка схематически показана на рис. 2. Первый перехват пучка, обусловленный действием иммерсионной линзы располагается на расстоянии, примерно, 15 см от плазменной поверхности. В этой же области имеет место достаточно сильное магнитное поле, препятствующее проникновению в ускоряющий промежуток электронов, образовавшихся на пути пучка к приемному устройству, что облегчает тепловой режим источника. О достаточно полной компенсации пучка свидетельствуют форма пучка и величина диаметра кроссовера у приемного устройства. Наблюдаемый в этой области на протяжении 70-100 см пучок, находящийся в эквипотенциальном пространстве /рис.3/ обладает резкими, прямолинейными границами. Диаметр кроссовера у приемного устройства ≤ 5 см, расстояние кроссовера от средней плоскости магнитной линзы 140-160 см.

Приемное устройство представляет собой медный полый охлаждаемый проточной водой конус, помещенный в магнитное поле, перпендикулярное оси системы. Действие поперечного магнитного поля и тормозящей диафрагмы, расположенной перед приемником ионов, значительно ослабляет влияние вторичной эмиссии на ток, измеряемый в цепи приемника. Электрические измерения ионного тока производились в предварительных экспериментах, окончательные замеры ионного тока сделаны калориметрическим методом. Давление в установке не превышало зна-

50X1-HUM

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

ления $2 \cdot 10^{-7}$ мм рт.ст. и обеспечивалось работой двух диффузионных пятимасляных насосов с общей производительностью 16 м³/сек по воздуху.

В описываемой системе был осуществлен сфокусированный пучок ионов водорода с током 275 ма при ускоряющем напряжении 45 кв и токе дуги источника 12 а. Кроссовер пучка диаметром 3 см находился на расстоянии около 250 см от источника, пучок сходился под углом, не превышающим 3° /полный угол при вершине конуса/. Коэффициент направленности пучка, определяемый /3/, как

$$R = \frac{J_{oo}\,(a\,см^{-2})}{\pi \alpha_{oo}^2}$$

где J_{oo} - усредненное значение плотности ионного тока в кроссовере,

α_{oo} - величина апертурного угла

рассчитывался по приведенным выше экспериментальным данным. Для описываемого инжектора $R = 7$ асм$^{-2}$ в то время как для известных сильноточных систем значение R не превосходит 1 асм$^{-2}$. Следует отметить, что ионно-оптические характеристики пучка критичны к параметрам источника и системы отбора и фокусировки. Исследования спектра ионов плазменного источника этого типа /2/ показали наличие в отбираемом ионном токе до 80 % протонов. Основные параметры инжектора представлены в таблице 1.

50X1-HUM
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1
50X1-HUM

Зависимость сфокусированного ионного тока от напряжения отбора в случае, когда каждому значению напряжения соответствовал оптимум по всем основным параметрам источника и системы фокусировки, приведена на рис. 4. Характер этой зависимости указывает на возможность значительного увеличения сфокусированных ионных токов за счет повышения напряжения отбора.

Авторы выражают благодарность К.В.Курсанову, Т.М.Гуткину, Н.Н.Леонтьеву, Г.Г.Волкославской за участие в работе в ее начальной стадии, И.А.Чухину за выполнение конструкторских разработок, А.А.Абиашидзе и С.М.Билатов, за практическую помощь в работе.

Р.А.ДЕМИРХАНОВ

О.А.ПОРШИН

Г.Е.ВЕЛИКОВ

Г.Л.ХВЕДЕЛИДЗЕ

дев-5
17.VIII-61г.

50X1-HUM

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1
50X1-HUM

Таблица 1

Рабочие параметры инжектора.

Ток пучка ионов при отсасывающем напряжении 45 кв	275 ма
Диаметр пучка у приемника на расстоянии 250 см от источника	5 см
Апертура сходящегося пучка	$2{,}5 \cdot 10^{-2}$
Коэффициент направленности пучка	7 аом$^{-2}$
Полный ток, отдаваемый источником высокого напряжения	500 ма
Давление газа в источнике в области катода	$3 \cdot 10^{-2}$ мм рт.ст.
Давление газа в источнике в области отверстия эмиссии	$6 \cdot 10^{-4}$ мм рт.ст.
Напряжение дуги	220 в
Ток дуги	12 а
Магнитное поле источника	600 э
Магнитное поле главной фокусирующей линзы	1500 э
Магнитное поле вспомогательной линзы	220 э

50X1-HUM
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM

Литература

1. W.A.Lamb and E.J.Lofgren Rev. Sci. Instr. 27 (1956) 907.

2. Р.А.Демирханов, Л.В.Курсанов, З.М.Благовещенский "Источник протонов высокой интенсивности" ДТЭ /в печати/.

3. M.Ardenne, Tabellen der Elektronenphysik, Ionenphysik und Übermikroskopie, 1, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin (1956), 135.

50X1-HUM

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM

Подписи к рисункам

Рис. 1. Общий вид инжектора.

Рис. 2. Принципиальная схема установки.

1 - плазменный источник, находящийся под потенциалом +45 кв,

2 - плазменная поверхность отбора,

3 - иммерсионная линза,

4 - вспомогательная магнитная линза,

5 - главная магнитная линза,

6 - приемное устройство.

Рис. 3. Пучок ионов в области приемного устройства; справа выход из ионопровода.

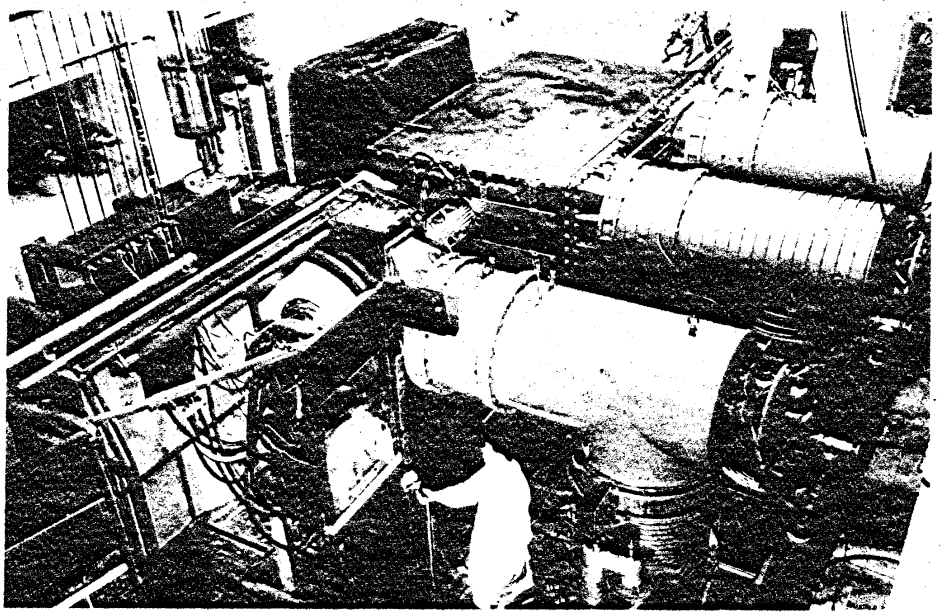
Рис. 4. Зависимость сфокусированного ионного тока /ма/ от напряжения отбора /кв/.

50X1-HUM

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM



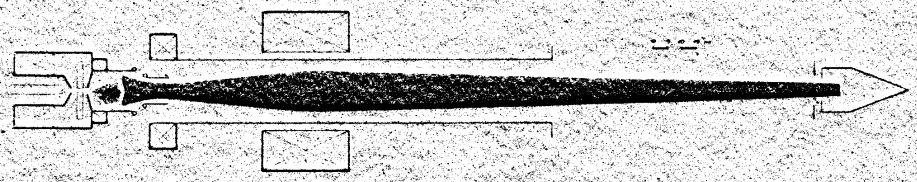
50X1-HUM

Pic. 1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM



Pic 2

50X1-HUM

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM

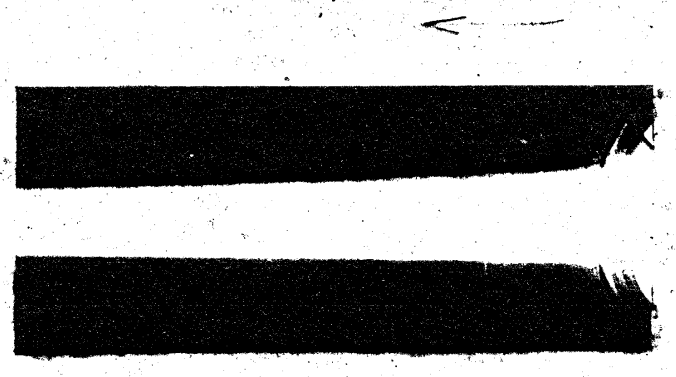


Рис. 3

50X1-HUM

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

50X1-HUM
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1

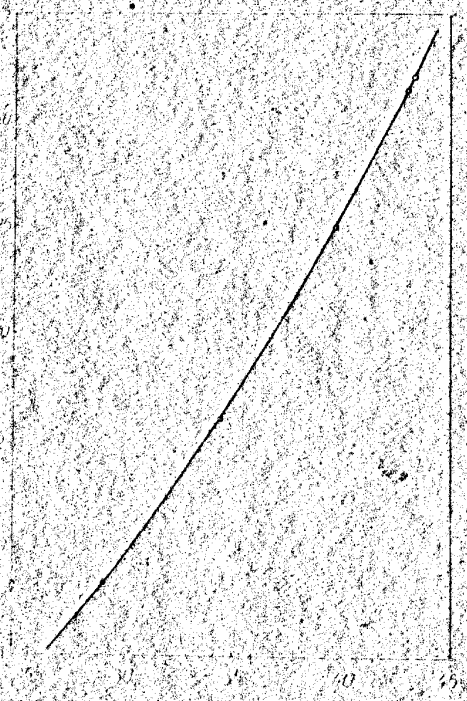


Рис. 4

50X1-HUM
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/12/06 : CIA-RDP80T00246A014900320001-1